

Análise de variáveis geomorfométricas para a geração de atributos topográficos utilizando o banco de dados TOPODATA/SRTM (INPE).

Marcelo Alberto Rech¹
Michele Monguilhott²
Alessandro Carvalho Miola²
Elódio Sebem²

¹ Acadêmico do Curso Técnico em Geoprocessamento do Colégio Politécnico da UFSM
Avenida Roraima, nº 1000, Campus UFSM, Prédio 70 – Bairro Camobi, Santa Maria/RS,
CEP 97105-900/Brasil.
(bolsista PRAE)
marceloarech@yahoo.com.br

² Professores do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria
Avenida Roraima, nº 1000, Campus UFSM, Prédio 70 – Bairro Camobi, Santa Maria/RS,
CEP 97105-900/Brasil.
{michelegads, engenheiroacm}@gmail.com; elodiosebem@politecnico.ufsm.br

Abstract. With the initiative Topodata the National Institute for Space Research (INPE/SRTM) in 2008, the generation and analysis of topographic attributes, whether they have achieved satisfactory results; same as the original pixel size is 90m, the refinement of Kriging for 30m, then suggesting the best features angular. Among the systems assets, which do not require sunlight for image and generate the digital elevation model (MDE), there is the Radar SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission); The use of specific applications for GIS and remote sensing technologies stemming from, have shown the necessity of research in the areas of extraction of parameters of Digital elevation Models (MDE). In this paper, the goal is the analysis of potential variables Topodata/SRTM Database in the generation of topographic attributes for the characterization geomorphometric site. The study area is part of the western region of the RS (Brazil), where there are processes of environmental degradation. We used tools for software ArcGis® 9.3 for the generation of topographic attributes. As a result, the data processing obtained, thematic mappings of qualitative and quantitative geomorphometric of the main features of the studied area. And in the end, it was concluded the validity of the analysis and inferences made from the use of Topodata / SRTM database for modeling of terrain.

Palavras-chaves: remote sensing, digital model elevation, slope, kriging, layers, sensoriamento remoto, modelos digitais de elevação, declividade, krigagem, planos de informação.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem contribuído para a evolução do conhecimento específico nas áreas da Geomática. Atualmente, vive-se um momento de revolução neste campo de trabalho, um verdadeiro ‘boom mundial’. Dentre os itens que mais cooperam para isto estão, as inclusões de metodologias, técnicas e análises realizadas em ambiente computacional.

O uso de aplicativos específicos para SIG e as tecnologias advindas do sensoriamento remoto, demonstraram a necessidade de pesquisas nas áreas de extração dos parâmetros de Modelos Digitais de Elevação (MDE).

Dentre os Sistemas Ativos, os quais não necessitam da radiação solar para imagear e gerar o MDE, tem-se o Radar SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*); que tem suas aplicações amplificadas, nos estudos relativos à geomorfologia, constituição dos solos e estudos hidrológicos, além de áreas com ambientes delicados entre outras observações.

Em 2003, a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) disponibilizou na rede mundial de computadores os dados provindos do RADAR (*Radio Detection and Range*) interferométrico SRTM, referentes às variáveis geomorfométricas do terreno. Os dados

continham imagens não editadas, com finalidades para o uso científico e de avaliação, somente (PIRES, 2006).

Com essa situação, o usuário necessitava realizar o refinamento pela Krigagem, método capaz de acrescentar um significativo progresso no reconhecimento de feições da paisagem, e de retirar pixels nulos, com erros e artefatos lineares. Após isso o MDE passava por derivações, gerando as variáveis geomorfométricas, aplicando-se operações diferenciais na vizinhança com auxílio de janelas móveis, para cada pixel analisado (VALERIANO, 2008).

Mas a Krigagem e a geração das variáveis geomorfométricas são processos que necessitam grandes conhecimentos do usuário, sendo que este poderia cometer erros, comprometendo a rotina computacional.

Para facilitar o manuseio dos dados obtidos pelo SRTM, em meados de 2008, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) realizou estudos para aplicação da Krigagem, objetivando uma melhoria na qualidade dos dados em todo território nacional, dando origem à iniciativa do Banco de Dados (BD) Topodata/SRTM (INPE) com uma resolução de 30 metros através da utilização de ferramentas de geoestatística (VALERIANO, 2008).

O objetivo desta pesquisa é o de analisar as potencialidades das variáveis do Banco de Dados Topodata/SRTM (INPE, 2009) na geração de atributos topográficos para fins da caracterização geomorfométricas locais. Mais especificamente, optou-se pela geração de mapas quantificando os atributos de relevo: Hipsometria e Declividade.

A justificativa da proposta do estudo é a de testar e analisar a fidedignidade do Banco de Dados Topodata/SRTM (INPE, 2009), disponibilizados de forma gratuita na internet. Destacando sua importância quanto ao grande volume de dados georreferenciados originados por krigagem com: cotas altimétricas e resolução espacial menos grosseira (30m), aplicáveis às análises ambientais; e pela facilidade no acesso e geração dos atributos topográficos.

1.1 O Radar SRTM – Princípios e aplicações

O radar é interferométrico do SRTM, gera uma imagem complexa denominada imagem interferométrica, a partir de outras duas imagens complexas, de amplitudes e de fases da onda eletromagnética. Na imagem gerada, cada pixel contém as informações sobre as diferenças de fases entre os pixels correspondentes nas duas imagens originais. A fase de cada pixel relaciona valores da elevação da superfície terrestre, o que permite que sejam produzidos modelos numéricos do terreno (MNT) (MURA, 2000 *apud* NOVO, 2008).

Os dados do SRTM estão disponíveis para *download* gratuito, no site do INPE (www.inpe.br), que depois de obtê-los do *United States of Geological Survey* (USGS), disponibilizou-os após os ajustes necessários para a interpolação por geoestatística (INPE, 2009).

Segundo Valeriano (2008), a geração de dados através de MDE, devem representar objetos não topográficos (prédios, casas, árvores) sobre a superfície imageada. Relata-se “que os dados SRTM são sensíveis a estes efeitos, que por sua vez, podem afetar, ocasionalmente, o aproveitamento dos dados”. O ‘efeito dossel’ de algumas árvores de grande porte, também deve causar esse efeito, quando o mesmo estiver associado a dimensões territoriais de florestas.

A resolução de 90 m é considerada apropriada para análises de pequenas e médias escalas (1:100.000), mas é grosseira se solicitada a fornecer maiores detalhes do terreno. Uma alternativa a essa limitação é o processo de reamostragem do modelo SRTM. É importante destacar que a reamostragem não melhora o detalhamento do MDE, mas sugere superfícies com maiores coerências angulares, acrescentando um significativo progresso, a partir dos dados originais, para a declividade e orientação de vertentes (VALERIANO, 2008).

Mesmo após a reamostragem dos pixels de 90m para 30m, não deve alcançar níveis altimétricos aceitáveis, acima das resoluções originais de 90m. Apenas melhora a percepção

das feições relativas, mas não garante os parâmetros e os critérios planimétricos para posicionamentos com acurácia, nas mesmas escalas do detalhamento (VALERIANO, 2008).

A Figura 1 expõe este fato; onde se tem os recortes do SRTM e o pixel apresentado nas duas resoluções: (~90m) e (~30m), podemos observar que o detalhamento do terreno na resolução espacial de ~30m representado no detalhe à direita é mais visível.

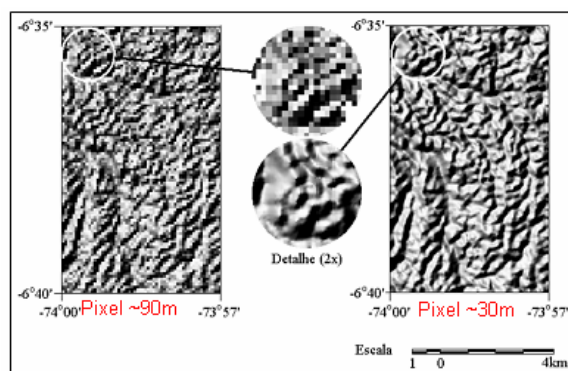


Figura 1. Original SRTM a esquerda, e o reamostrado por Krigagem a direita. Fonte: Adaptado de Valeriano (2004 *apud* Grohmann *et al.*, 2008).

Diversos autores^a citados por Steiner (2007), afirmam que o erro vertical dos dados da elevação do Sensor SRTM, teoricamente tem precisão de $\pm 16m$. O erro absoluto nos dados para América do Norte é de 9m e para América do Sul de 6,2m. Aplicando-se a estatística gaussiana se têm 5,32 e 4,14, respectivamente.

1.2 Planos de Informação

Conforme Valeriano (2008), para a montagem do conjunto Topodata/SRTM (INPE), os dados foram capturados (do USGS), retiradas às falhas (arquivos ASCII), passando por refinamento (no *Surfer 6.0*). Após isso, foram geradas as derivadas geomorfométricas (no *Idrisi*), formando o conjunto conhecido como Planos de Informação. A Figura 2 abaixo mostra o fluxograma, que resume o processamento dos dados desde a produção do MDE pelo SRTM no espaço:

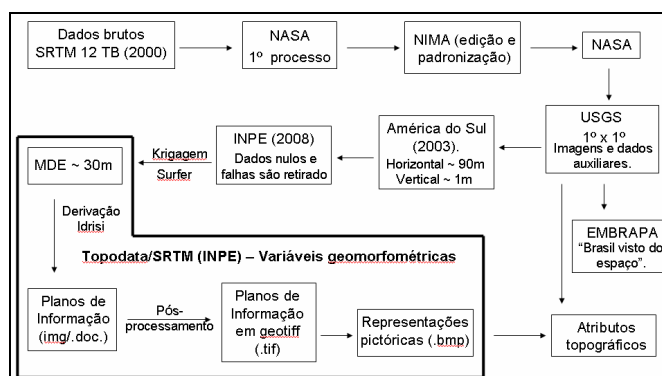


Figura 2. Fluxograma do processamento dos dados Topodata/SRTM. Fonte: Adaptado de Pires, (2006); Valeriano, (2008); INPE, (2009).

^a Van Zyl (2001), Rabus et al. (2003), Rodrigues et al.(2006) e Waltham (1995)

Desde a 1ª etapa, os elementos processados, foram separados em folhas com as devidas articulações e compatíveis na escala 1:250.000, ou seja, folhas com 1° de latitude por 1,5° de longitude.

2 Metodologia de Trabalho

O local pesquisado localiza-se na área rural do Município de São Francisco de Assis, na região centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, a 480 km da capital Porto Alegre, conforme a Figura 3. A área territorial do município e de 2.508,45 km², representa 0,9 % da área do estado do Rio Grande do Sul.

O estudo se concentra nas localidades abrangidas pela carta topográfica de Vila Kramer folha SH 21-X-D-I-4, elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG), na escala 1:50.000, estando situado entre as coordenadas geográficas de longitude oeste 55°00' e 55°15', e de latitude sul 29°15' e 29° 30'.

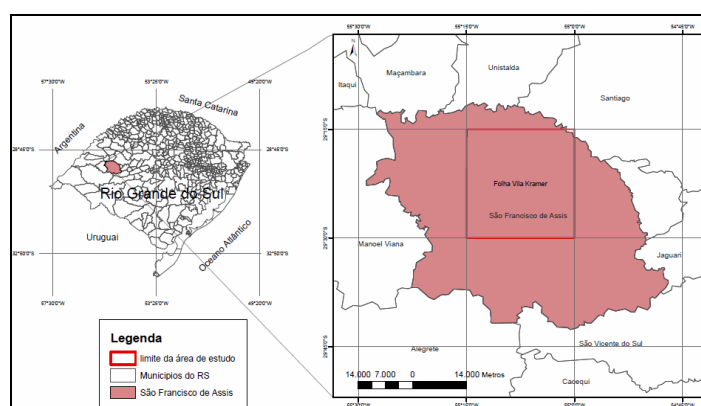


Figura 3. Localização do Município onde está inserida a área de estudo. Fonte: IBGE (2007).

A Fronteira Oeste do RS, em especial os municípios de Alegrete, Maçarambá Manuel Viana, São Francisco de Assis, Quaraí; enfrentam um grave problema ambiental: os processos de arenização, ocorrido nas áreas representadas por “campos de areia” (SUERTEGARAY, 1987 *apud* TRENTIN *et al.*, 2009).

Nas Formações Botucatu e Guará, o alto conteúdo de quartzo, com poucos materiais ligantes e a cimentação de óxido ao redor dos grãos, tornam a rocha friável, suscetível a processos erosivos, formando ravinas, voçorocas nas áreas de nascentes, campos e cursos médios das drenagens, onde se tem depósitos aluviais (TRENTIN *et al.*, 2009).

O bioma presente é o Pampa, com áreas de transição. As altitudes variam das cotas abaixo de 100m até 420m (TRENTIN *et al.*, 2009).

A pesquisa fez uso de material cartográfico, imagens de Radar, equipamentos e Softwares, que estão devidamente qualificados na Tabela 1:

Tabela 1. Lista dos materiais utilizados na pesquisa. Fonte: Organizada pelo autor.

Materiais	Descrição
Carta topográfica	Na escala 1:50.000, com articulação da folha SH.21-X-D-I-4 (DSG), Folha Vila Kramer. Adquirido em meio digital;
Imagem SRTM	Na escala 1:250.000, folha 29_555 (INPE). Correspondente a carta topográfica na escala 1:250.000, com articulação SH.21-X-D (DSG), Folha Santiago . Material disponível no site do INPE ^b ;
Software ArcGis	Licenciado para uso do Colégio Politécnico da UFSM.

^b Link: TOPODATA/SRTM (Valeriano, 2008), em meio digital.

Para a geração dos atributos topográficos foram usadas as seguintes variáveis geomorfométricas disponibilizadas pelo Topdata/INPE:

- Hipsometria, dados contidos no arquivo 29_555ZN;
- Declividade, dados contidos no arquivo 29_555SN;

Durante o processamento dos dados, observado na Figura 4, preferiu-se escolher uma microbacia, como unidade de análise. Porém o pré-processamento alcançou toda a carta topográfica. Com isso, na legenda estarão contidos os dados, de resultados que não estão à mostra no produto final (limitado a microbacia hidrográfica).

A partir da carta topográfica de Vila Kramer, gerou-se um Modelo Digital de Terreno (MDT), por meio de rede irregular de triângulos (*tin*). A rede irregular realiza um cálculo que observa melhor as feições locais, em detrimento do uso de uma grade regular. Ajustes necessários podem ser feitos, pois uma tin mais densa tem capacidade de representar ainda melhor as características do terreno (OLIVEIRA, [20--]).

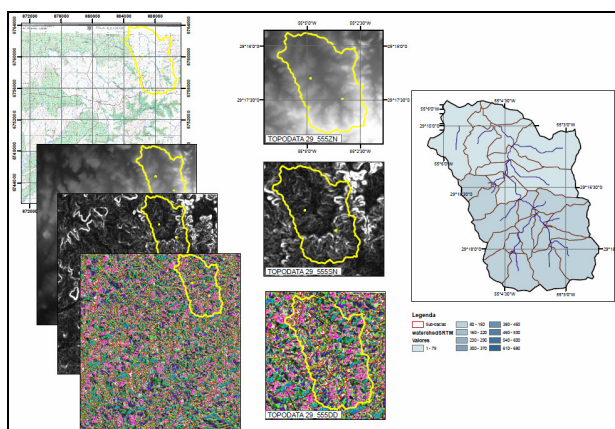


Figura 4. Representação das etapas de processamento.

3. Resultados e Discussão

Na Figura 5, se tem a hipsometria da microbacia em estudo. As maiores altitudes observam-se ao sul da microbacia onde é uma região de embasamento basáltico, conferindo a topografia local maiores altitudes. Já nas cores vermelhas e verdes observadas ao Norte da microbacia tem-se rochas das Formações Botucatu e Guará, rochas mais friáveis e com perfis erosivos mais visíveis (TRENTIN *et al.*, 2006).

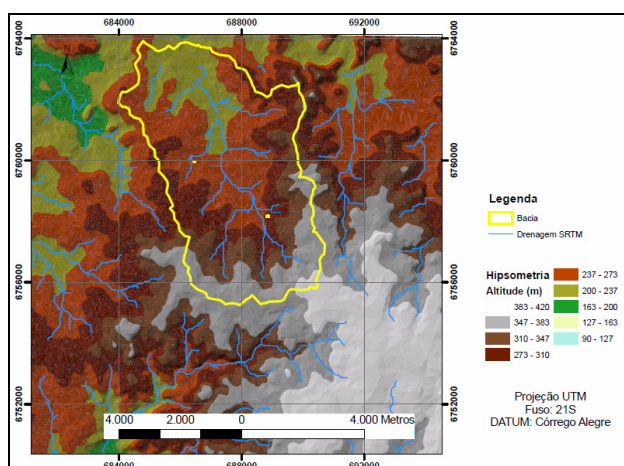


Figura 5. Mapa Hipsométrico da área de estudo.

Na área de estudo as maiores declividades estão localizadas ao sul, e ao leste, onde as declividades estão acima de 17%. Segundo Trentin *et al.* (2006), que realizou um Mapeamento da Bacia do Rio Itu, no qual a área de estudo está inserida, a bacia apresenta áreas com declividades acima de 15%, representando a transição do rebordo do planalto, estando estas, associadas as vertentes e vales encaixados.

Terrenos com declividades de 15% são áreas limitantes para a mecanização agrícola, sendo mais aproveitadas para o desenvolvimento da agropecuária neste local. Áreas que possuem valores compreendidos entre 8% e 20% são consideradas onduladas, e com certeza haverá perdas de solo, necessitando de um manejo adequado deste solo (ARAÚJO, 2006).

A microbacia de estudo apresenta relevos de escarpas íngremes, colinas e morrotes de origem vulcânicas; em face disto, as feições terão como características depósitos de colúvio, tálus e linhas de escarpas, depressões que formam nascentes, vertentes com vegetação associados a blocos de rocha, ravinas arenosas, e voçorocas de pequeno a médio porte. Representa áreas com grandes transformações ambientais, por possuir litologias propensas à degradação e ao colapso do substrato do solo (TRENTIN *et al.*, 2006).

Na Figura 6, estão representadas as classes de declividade e sua distribuição espacial na microbacia. Quando comparadas as declividade e áreas ocupadas, pode-se concluir que as litologias inferiores, com menores declividades, ocupam áreas maiores na microbacia, o que parece definir solo com menor permeabilidade, mas com maior índice de erosão superficial. Neste caso, alguns tipos de solos, requerem práticas agrícolas de manejo sustentáveis, em virtude principalmente do comprimento de rampa, com o qual a erosão hídrica adquire maior força mecânica (VARNES, 1978).

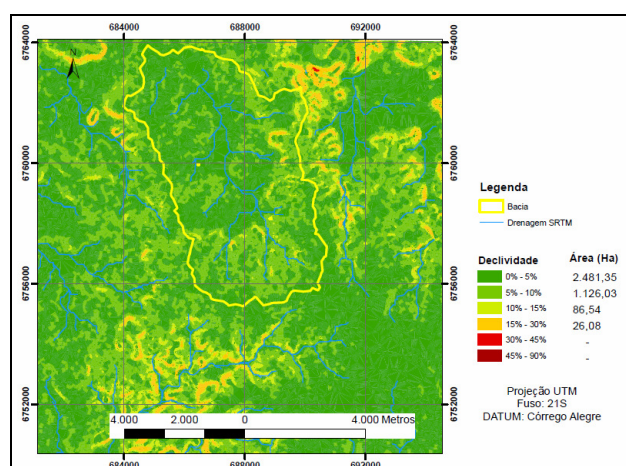


Figura 6. Mapa da declividade da área de estudo.

4. Conclusão

A partir da teoria, dos métodos e técnicas aplicados no processamento dos dados Topodata/SRTM (INPE), relatou-se algumas conclusões da realidade local:

- O grande potencial do Banco de Dados testado auxiliou na determinação de cotas altimétricas; áreas de maiores declividades, classificando-as, originando propostas de manejo diferenciado;
- A importância de parâmetros para a coleta de dados confiáveis, e o uso de algoritmos específicos para cada rotina realizada. Os cálculos de cada rotina podem representar diferentes paisagens, com resultados diferentes entres as rotinas e os mapas apresentados;
- Geração de atributos topográficos a partir de variáveis geomorfométricas com ótima relação custo/benefícios, produzindo mapas de qualidade superior a tradicional;

- Capacidade operacional do Banco de Dados que junto a software's apropriados processam dados rapidamente, com baixos custo de mão-de-obra ou recursos humanos.
- Necessita apenas bons conhecimentos do usuário;
- A Krigagem sugere melhorias nas interpretações das feições locais;
- Fácil aplicação em SIG, “desenhando a paisagem” em 3D.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pela oferta de Bolsas de Pesquisas nas áreas de Sensoriamento Remoto, incentivando o uso desta tecnologia cada vez mais utilizada para análise de questões cotidianas.

Referências Bibliográficas

Araújo, E. P. Aplicação de dados SRTM à modelagem da erosão em microbacias por geoprocessamento. 2006. 88 p. (INPE--TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos (SP). 2006. <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=17521711>. Acesso em Out. 2009.

Grohmann, C. H.; Riccomini, C.; Steiner, S.S. Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia. **Rev. Geogr. Acadêmica** v.2 n.2 (viii. 2008) 73-83. Instituto de Geociências – USP. São Paulo. Disponível em: <http://www.rga.ggf.br/index.php?journal=rga&page=article&op=viewPDFInterstitial&path%5B%5D=33&path%5B%5D=31>. Acesso em Maio de 2010.

Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3ª edição revista e ampliada. São Paulo. Blucher, 2008. 363 p.

Oliveira, H. Material Didático. Modelos Digitais de Terreno. (Slides). [20--]. 25 p. Disponível em: http://www.estig.ipbeja.pt/~hjmo/MDT/mdt_03.pdf. Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Portugal. Acesso em Maio de 2010.

Pires, R. B. Uso de geotecnologia para o mapeamento do município de São Francisco de Assis-RS. 2006. 116 p. Dissertação (Mestrado em Geomática). Centro Ciências Rurais (CCR). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria. (RS) 2006. Disponível em: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=634. Acesso em Nov. 2009.

Rech, M. A. Análise de variáveis geomorfométricas para a geração de atributos topográficos utilizando o Banco de Dados Topodata/SRTM (INPE). 2010. 49f. Monografia (Técnico em Geoprocessamento). Colégio Politécnico. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. (RS). Jul. 2010.

Site da NASA (National Aeronautics and Space Administration). Disponível em: <http://southport.jpl.nasa.gov>. Acesso em Maio 2010.

Site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <http://www.inpe.com.br>. Acesso em Jun. 2010.

Site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Disponível em: <http://www.inpe.com.br>. Acessos feitos de Out. 2009 à Jun. 2010.

Steiner, S. dos S. Aquisição e processamento de dados morfométricos derivados do modelo digital de elevação SRTM. 2009. 48 p. Dissertação (Mestrado em Geotectônica). USP - Instituto de Geociências (IGc). São Paulo (SP). 2007. Disponível em: [out.http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-13082007-105223.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-13082007-105223.pdf). Acesso em out. 2009.

Trentin, R. Robaina, L.E. De S. & Santos, L. J. C. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio Itu, oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. **Anais...** (2006). Goiânia (GO). Disponível em: www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/3601/08-3601.pdf. Acesso em Maio/2010.

Valeriano, M. M. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. Márcio de Morisson Valeriano. 2008. São José dos Campos: INPE, 2008. 44p; (INPE-0000-TDI/00). http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia_enx.pdf. Acesso em Setembro/2009.

Varnes, D.J. Slope movement types and processes. In: **Landslides Analysis and Control**. Washington, National Academy of Sciences. 1978. Disponível em: <http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/estabilidade.pdf>. Acesso em Julho/2010.